

HÁBITOS ALIMENTARES DE *Astyanax paranae* EM UMA
MICROBACIA NEOTROPICAL

Kathleen Angelica Rautenberg

Orientador: Prof. Dr. André Martins Vaz dos Santos – Universidade Federal do Paraná
Co-orientador: M.Sc. Estevan Luiz da Silveira – Universidade Federal do Paraná
Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado)

Resumo

O estudo de alimentação de peixes em ambientes naturais é imprescindível para o conhecimento da biologia e ecologia das espécies. Objetivou-se avaliar as mudanças na dieta de *Astyanax paranae* em resposta a fatores ontogenéticos, espaciais e temporais. Foram realizadas coletas mensais, na microbacia do rio Verde em dois pontos (P1CO e P2CC), de maio/2016 a abril/2017. A dieta foi analisada seguindo os métodos de frequência de ocorrência (F%), frequência gravimétrica (W%) e índice alimentar (IA%). Análises estatísticas e multivariadas foram aplicadas para avaliar diferenças alimentares entre classes de comprimento, áreas e trimestres. Foram analisados 216 estômagos de *A. paranae*. Houve diferenças ontogenéticas na dieta da espécie, mudando de onívoro com tendência a insetivoria nos indivíduos <5,00 cm, para tendência à herbivoria a partir de 6,00. *Astyanax paranae* explorou principalmente insetos alóctones no P1CO e vegetais no P2CC, não apresentando diferença significativa entre pontos e trimestres. De maneira geral *A. paranae* demonstrou hábito alimentar onívoro e oportunista, tendendo à insetivoria, com alta plasticidade na exploração de diferentes recursos.

Palavras-chave: dieta, ecologia-trófica, lambari, Rio-Verde, variação-ontogenética

Abstract

*Food habits of *Astyanax paranae* in a Neotropical microbasin.*

The feeding study of fish in natural environment it's essential to the knowledge of the biology and ecology of the species. This work aimed to evaluate the shifts on *Astyanax paranae* diet in reply to ontogenetic, spatial and temporal factors. Monthly samples were collected at Verde River microbasin in two sites (P1CO and P2CC) from May/2016 to April/2017. The diet was analyzed following the methods of frequency of occurrence (F%), frequency of mean weight (W%) and alimentary index. Statistical and multivariate analysis were performed to evaluate different length classes, sites and quarters. Were analyzed 216 *A. paranae*. There were ontogenetic differences in diet with changes from omnivorous with tendency to insectivore in individuals <5.00 cm, to tendency to herbivore since 6.00. *A. paranae* explored main allochthonous insects at P1CO and vegetables at P2CC, not presenting significant difference among sites and quarters. In general, *A. paranae* has shown omnivorous and opportunistic habit, tending to insectivore with flexibility to explore difference resources.

Keywords: diet, lambari, ontogenetic-variation, trophic-ecology, Verde-River.

INTRODUÇÃO

O estudo de alimentação é um dos principais aspectos para o conhecimento da bionomia das espécies, influenciando diretamente na estrutura e composição das populações (BARRETO & ARANHA, 2006). O estudo da dieta de peixes em ambientes naturais fornece dados a respeito do comportamento da espécie, do hábitat explorado e dos recursos disponíveis no ambiente (VAZZOLER *et al.*, 1997), informações essas que são importantes para a compreensão da sua biologia e ecologia (ZAVALA-CAMIN, 1996), possibilitando medidas de manejo e conservação das comunidades ictíicas e de seus ecossistemas (VAZZOLER *et al.*, 1997; BARRETO & ARANHA, 2006; GARVEY & CHIPPS, 2012).

As espécies de peixes continentais neotropicais apresentam diferentes graus de adaptabilidade trófica, com capacidade de aproveitar diversas fontes alimentares de acordo com sua disponibilidade espaço-temporal no ambiente (GERKING, 1994; VAZZOLER *et al.*, 1997; ABELHA *et al.*, 2001). Essa adaptabilidade permite que o peixe module seu hábito ou composição alimentar em resposta a variações ontogenéticas, espaciais e sazonais (GERKING, 1994; VAZZOLER *et al.*, 1997).

As variações na dieta relacionadas às mudanças ontogenéticas são atribuídas a maturação gonadal e a mudanças morfológicas ao longo do seu desenvolvimento, como o aumento da cavidade bucal e a melhoria da habilidade locomotora (WOOTTON, 1990; ESTEVES, 1996; ZAVALA-CAMIN, 1996). As variações espaciais e sazonais estão relacionadas com a disponibilidade de alimento no ambiente, que depende da qualidade e complexidade dos ambientes aquáticos (ABELHA *et al.*, 2001; VILELA *et al.*, 2002; BENNEMANN *et al.*, 2005). Segundo Esteves e Aranha (1999) a abundância dos recursos alimentares varia da cabeceira a foz, podendo apresentar variação sazonal em sua disponibilidade, causados por fatores como flutuação da pluviosidade e aumento da vazão do rio. Além dessas variações naturais, impactos ambientais, como degradação do ambiente aquático e da vegetação ripária afetam a sobrevivência da comunidade de macroinvertebrados aquáticos (KIKUCHI & UIEDA, 1998) e a disponibilidade de recursos alóctones, importantes fontes de alimento para a ictiofauna neotropical.

Astyanax paranae Eigenmann, 1914 é um pequeno caracídeo típico de cabeceiras de rios e riachos de pequeno porte (PEREZ-JUNIOR, 2002; FERREIRA, 2007), distribuído no sul do Brasil e comum na bacia do Alto rio Paraná (SOUZA & DEPRÁ,

2015). A espécie apresenta maior atividade durante o dia e utiliza da visão para obtenção de alimento, mantendo-se a meia-água, possibilitando a captura de itens na superfície, no fundo e aqueles que são arrastados (FERREIRA, 2004).

Em geral as espécies de *Astyanax* apresentam alta adaptabilidade trófica (ESTEVES, 1996; VILELA *et al.*, 2002; BENNEMANN *et al.*, 2005), sendo frequentemente caracterizado como onívoro oportunista (FERREIRA, 2004; FERREIRA, 2007; SILVEIRA, 2014; CARVALHO *et al.*, 2015; LEITE & SILVA, 2017), insetívoro (UEIDA, 1997) e detritívoro tendendo a herbivoria (ABELHA, 2006). Considerando a alta adaptabilidade trófica de *Astyanax paranae*, o presente estudo avaliou as seguintes hipóteses: (1) *Astyanax paranae* altera sua dieta e hábito alimentar ao longo do ciclo de vida, diminuindo o consumo de insetos e aumentando o consumo de vegetais nos indivíduos maiores; (2) a composição da dieta de *Astyanax paranae* é diferente entre um ponto a montante e outro a jusante do rio, e sofre alterações ao longo do ano. O objetivo geral desse estudo foi caracterizar a ecologia trófica de *Astyanax paranae* em uma microbacia Neotropical, considerando aspectos espaciais, temporais e as variações ontogenéticas. Os objetivos específicos foram (1) caracterizar a dieta e hábito alimentar de *A. paranae* no rio Verde em Ponta Grossa, Paraná, (2) verificar se indivíduos ao longo de diferentes classes de comprimento apresentam variações na sua dieta e hábito alimentar, (3) analisar se há influência espacial entre um ponto à montante e à jusante do rio e (4) analisar a influência temporal na dieta alimentar da espécie.

REVISÃO DA LITERATURA

Characidae

A região Neotropical apresenta uma ictiofauna extremamente rica, com cerca de 8.000 a 9.000 espécies descritas (REIS *et al.*, 2016). No Brasil foram descritas cerca de 2.587 espécies exclusivamente de água doce, distribuídas em 39 famílias, das quais Characidae, pertencente a ordem Characiformes, possui 597 espécies já descritas (BUCKUP *et al.*, 2007).

Characidae é a família mais diversificada e abundante dentro da ordem Characiformes, com ocorrência no Sul da América do Norte, Central e Sul e regiões da África (BUCKUP, 1999; REIS *et al.*, 2016). O monofiletismo de Characidae é controverso (BUCKUP, 1999; MIRADE, 2010) sendo muitas das espécies pouco

conhecidas. Alguns gêneros de Characidae formam aglomerados polifiléticos e heterogêneos, sendo a maioria agrupados na subfamília Tetragonopterinae, e classificados como gênero *incertae sedis* (MIRADE, 2010), incluindo o gênero *Astyanax* Baird e Girard 1854, um dos mais ricos e numerosos do mundo, com 146 nomes válidos (ESCHMEYER *et al.*, 2018; FROESE & PAULY, 2018). Atualmente o gênero *Astyanax* é alocado na subfamília Stethaprioninae, a mais numerosa em Characidae. (ESCHMEYER *et al.*, 2018).

Astyanax apresenta ampla distribuição geográfica, desde o rio Colorado, no Texas e Novo México, nos Estados Unidos, até o Norte da Patagônia, na Argentina (BERTACO & LUCENA, 2006; ORNELAS-GARCIA *et al.*, 2008; SOUZA *et al.*, 2015). *Astyanax* compreende espécies de pequeno porte, conhecidas como lambaris ou piabas, que formam um grupo polifilético (MIRADE, 2010), com morfologia muito semelhante, o que dificulta a identificação das espécies. As principais características do gênero são: nadadeira adiposa geralmente presente; linha lateral completa, pouco curva na frente; pré-maxilar não protrátil; dentes pré-maxilares dispostos em duas séries, com a série interna portando cinco dentes e a externa com número variável; dentes com cúspides; altura do corpo com cerca de três vezes ou menos o comprimento padrão, escamas de tamanho normal; e nadadeira caudal nua, coberta com escamas apenas na base dos raios (BRITSKI *et al.*, 1988 apud., SILVEIRA, 2014). Sem grande valor comercial, as espécies de *Astyanax* são de grande importância para o forrageio de espécies predadoras (ESTEVES, 1996) e para a manutenção da vegetação ripária, atuando como possíveis dispersores de sementes (VILELLA *et al.*, 2002).

Astyanax paranae

Astyanax paranae foi inicialmente descrito por Eigenmann em 1914, como uma sub-espécie de *A. scabripinnis*, e posteriormente elevado a espécie, e alocado no “complexo *scabripinnis*”. Tal complexo, atualmente composto por 29 espécies (LUCENA *et al.*, 2017), foi proposto por Moreira-Filho e Bertollo (1991) com base em características morfológicas e cromossômicas de 7 populações de *A. scabripinnis* na bacia do Paranapanema (FERREIRA, 2004). Em comparação citogenética entre espécimes do “complexo *scabripinnis*”, Vicari *et al.* (2008) propuseram que apenas espécimes com $2n = 50$ cromossomos e forma cariotípica “A”, com ocorrência próxima a localidade tipo,

cidade de Castro na bacia do rio Tibagi, sejam identificadas como *Astyanax paranae*, considerando as demais como outras espécies do “complexo *scabripinnis*”.

Com descrição na bacia do rio Tibagi, na cidade de Castro, *A. paranae* forma populações isoladas em cabeceira de rios e riachos de pequeno porte (VELELLA *et al.*, 2002; FERREIRA, 2004; ABELHA *et al.*, 2006) sendo considerada comum na bacia do Alto Paraná. O lambari de rabo amarelo apresenta estratégia oportunista, com maturação precoce e ausência de cuidado parental, longos períodos reprodutivos com fertilização externa e desova parcelada (VEREGUE & ORSI, 2003). Apresenta hábito alimentar onívoro e oportunista (FERREIRA, 2004).



Figura 1: *Astyanax paranae* Eigenmann, 1914 coletado no rio Verde Ponta-Grossa, Paraná, Brasil. FOTO: Estevan Luis da Silveira.

MATERIAIS E MÉTODOS

Coleta de dados

Os exemplares de *Astyanax paranae* foram obtidos em coletas mensais de maio de 2016 a abril de 2017, em dois pontos ao longo do rio Verde (Tabela 1). O ponto 1, localidade do Capão da Onça (P1CO - 25°06'19.67"S 50°01'23.21"W), se encontra mais próximo a nascente do rio, apresenta corrente lântica e substrato arenoso, com várias cascatas entre os dois pontos, incluindo uma com cerca de 10 m de altura. Nesse ponto a vegetação ripária é relativamente bem preservada, do tipo estepe, circundada por cultivos agrícolas semi-intensivos. O ponto 2, localidade da Curva do Cemitério (P2CC - 25°04'46.29"S 50°04'56.53"W), se localiza mais a jusante do rio, apresenta correntes rápidas e substrato rochoso. A vegetação nesse ponto é relativamente conservada e circundada por cultivos agrícolas intensivos e semi-intensivos. Para amostragem foram utilizadas redes de emalhar (1,2; 1,5; 2, 3, 4, 5 e 6 cm), com esforço amostral de 24 horas

e despesas a cada 8 horas; tarrafas (1,2 cm entre nós) e puçás, com esforço amostral de 1 hora, sendo meia hora durante o dia e meia hora a noite. Os peixes coletados foram anestesiados com benzocaína (250 mg/L) e sacrificados no campo (licença do Instituto Chico Mendes de Biodiversidade e Conservação n° 40132-2 e n°51797-1; Certificado do Comitê de Ética no Uso de Animais UFPR-Sector Palotina n° 38/2015). Detalhes da coleta e da área de estudo constam em Silveira *et al.* (2018).

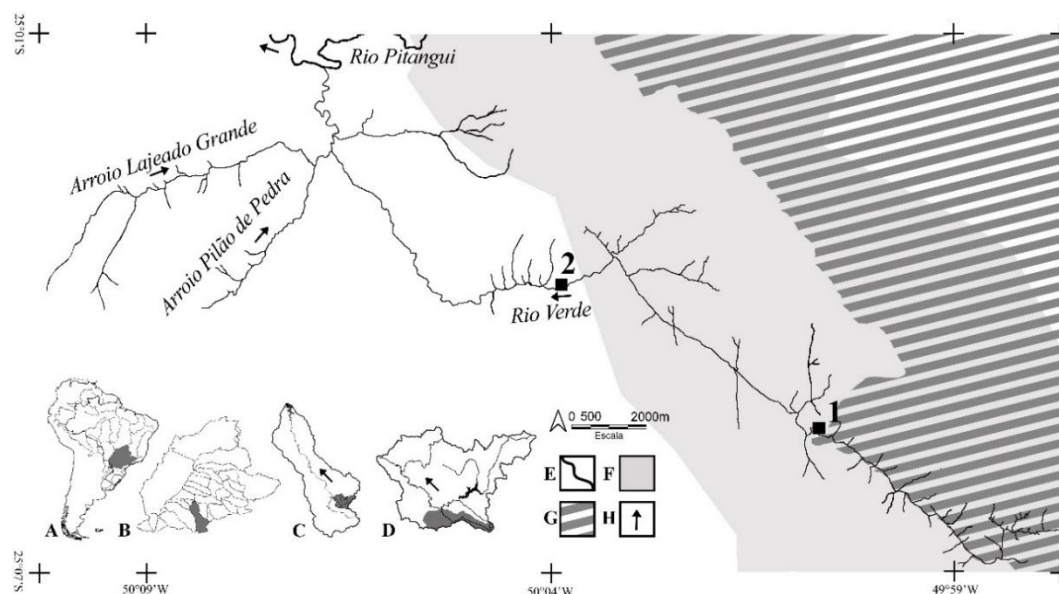


Figura 2: Bacia do rio Verde e pontos amostrais: Legenda: (a) ecorregiões da América do Sul (ABELL *et al.*, 2008) e ecorregião do Alto rio Paraná (em preto), (b) Bacia do rio Tibagi na ecorregião do Alto rio Paraná, (c) Bacia do rio Pitangui ao longo do rio Tibagi, (d) Bacia do rio Verde ao longo do rio Pitangui, (e) Hidrografia, (f) Área de Proteção Ambiental da Escarpa Devoniana, (g) Parque Nacional dos Campos Gerais, (h) direção do fluxo do rio. **FONTE:** Modificado de Silveira *et al.* (2018).

Tabela 1: Características físicas dos pontos amostrais.

	Profundidade	Substrato	Corrente	Vegetação	Cultivares de entorno
P1CO	Inferior a 1m	Arenoso	Lenta	Conservada	Semi-intensivo
P2CC	Poucos cm a 2m	Rochoso	Rápida	Relativamente conservada	Semi-intensivo e intensivo

Em laboratório os peixes foram mensurados (comprimento total, Ct, 0,01 cm), e pesados (peso total, Pt, 0,01 g). Os estômagos foram retirados e fixados em formalina 4% para posterior análise do conteúdo gástrico. Espécimes testemunho foram depositados na coleção biológica do Laboratório de Esclerocronologia (LABESC) na Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Análise da dieta

O conteúdo estomacal foi triado em microscópio óptico e estereoscópico, os itens alimentares foram identificados até o menor nível taxonômico possível, em função de seu grau de digestão, com base em bibliografia específica (BICUDO & BICUDO, 1970; DOMÍNGUEZ, 2009; LEITE, 2010; HAMADA, 2014; e comunicação pessoal com Dr. Sidinei Magela Thomaz) e agrupados em categorias alimentares. As categorias foram pesadas em balança analítica (0,01g), e preservados em álcool 70%.

A análise da composição da dieta foi baseada nos métodos de frequência de ocorrência (F%) e gravimétrica (W%) (GARVEY & CHIPPS, 2012), conforme recomendação de Silveira *et al.* (comunicação pessoal).

A frequência de ocorrência representa uma porcentagem entre o número total de estômagos no qual a categoria alimentar *i* ocorreu (n_i) e o número total de estômagos com alimentos analisados para a espécie em questão (N):

$$F\% = \frac{n_i}{N} \times 100$$

A frequência gravimétrica representa a porcentagem entre o peso da categoria alimentar *i* consumida pelo espécime *j* (W_{ij}) e o peso total de todas as categorias alimentares consumidas por esse mesmo espécime. Essa resultante é dividida pelo número total de estômagos analisados para a espécie em questão:

$$W\% = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \left(\frac{W_{ij}}{\sum_{i=1}^i W_{ij}} \right) \times 100$$

A importância de cada categoria foi expressa através do índice alimentar (IA%) (KAWAKAMI & VAZZOLER, 1980):

$$IA\% = \frac{F\% \times W\%}{\sum_{i=1}^N (F\% \times W\%)}$$

A diversidade da dieta foi calculada com o índice de diversidade de Simpson (SIMPSON, 1949), usando dados brutos de peso (W_i) (MAGURRAN, 2013; KREBS, 2017).

$$1 - D = 1 - \sum (P_i)^2$$

Onde:

$1 - D$ = Índice de diversidade de Simpson

P_i = Proporção da categoria i na amostra

O índice de similaridade de Morisita simplificado (HORN, 1966) foi aplicado utilizando dados de frequência gravimétrica (W%), a fim de medir a semelhança do nicho explorado pela espécie entre os pontos e trimestres amostrados e entre classes de comprimento.

$$C_{MH} = \frac{2 \sum X_{ij} X_{ik}}{[(\sum X_{ij}^2 / N_j^2) + (\sum X_{ik}^2 / N_k^2)] N_j N_k}$$

Onde:

C_{MH} = Índice de Morisita-Horn

X_{ij}, X_{ik} = Biomassa da categoria i na amostra j e na amostra k

N_j, N_k = Número de categorias de presa na amostra j e na amostra k

Análise dos dados

Para analisar a influência das variações ontogenéticas na dieta, foram estabelecidas 10 classes de comprimento (4,00 a 13,00 cm) com intervalo de 1,00 cm entre as classes. A fim de investigar a influência espacial e temporal na alimentação de *A. paranae*, os pontos foram analisados separadamente e as coletas foram agrupadas em trimestres (maio a julho/2016, agosto a outubro/ 2016, novembro/2016 a janeiro/2017 e fevereiro a abril/2017). Os dados de F%, IA%, índices de Simpson e Morisita-Horn foram analisados por classes de Ct (cm), área amostral e trimestre.

Para analisar a variação ontogenética, a F% e os valores de IA% das categorias foram visualizadas através de histogramas por classes de comprimento total. Estes dados foram transformados com o arco seno da raiz quadrada (ZAR, 2010) e aplicados em uma análise de agrupamento hierárquico e em uma análise de componentes principais (PCA), a fim de visualizar padrões de similaridade na dieta entre as classes de Ct. Para gerar o agrupamento utilizamos o coeficiente de distância de Bray-Curtis, cujo resultado varia de 0 (similar) a 1 (dissimilar), sendo pouco influenciado por espécies raras e pelo tamanho da amostra (VALENTIN, 2012; KREBS, 2017), combinado com o método de variação mínima (Ward), que calcula a variância intragrupos de todos os agrupamentos possíveis,

formando os grupos com menor aumento da variância (VALENTIN, 2012). Para verificar a relação entre a diversidade de presas (índice de Simpson calculado para cada indivíduo) na dieta e o comprimento dos indivíduos, foi calculado o coeficiente de correlação de Pearson. O índice de Morisita-Horn foi submetido a uma análise de agrupamento com as mesmas condições acima mencionadas. A análise de similaridade (ANOSIM) um fator (VALENTIN, 2012) foi utilizada para testar a hipótese nula de que a dieta alimentar de *A. paranae* é igual entre as classes de comprimento, tendo sido aplicada aos dados de F% e IA%.

A análise da variação espacial e temporal envolveu os mesmos procedimentos acima mencionados, exceto pelo índice de Simpson, cujas médias por ponto e trimestres foram testadas através de uma ANOVA dois fatores (fixos) e o teste a posteriori de Tukey (ZAR, 2010).

Em todos os testes estatísticos adotou-se o nível de significância de 0,05. A classe de 4,00 cm foi retirada das análises multivariadas devido a ocorrência de um único indivíduo. Para as análises multivariadas foram utilizados o programa PAST 3.20 (HAMMER, 2018) e o pacote *vegan* (OKSANEN *et al.*, 2017) na plataforma R versão 3.5.1 (R CORE TEAM, 2017).

RESULTADOS

Foram coletados 216 exemplares de *A. paranae* com comprimento total (Ct) entre 4,60 a 13,40 cm. No P1CO foram coletados 94 indivíduos, prevalecendo indivíduos de menor comprimento, enquanto no P2CC, 122 indivíduos foram coletados, com ocorrência de indivíduos maiores, porém em ambos os pontos predominaram indivíduos com comprimento total entre 8,00 a 10,00 cm (Figura 3).

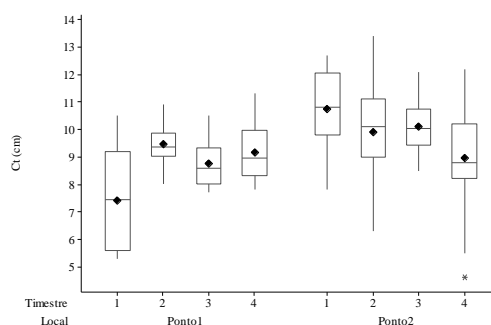


Figura 3: Comprimento total (Ct) dos indivíduos coletados em cada ponto amostral por trimestre.

Em análise de conteúdo gástrico foram identificados 47 categorias alimentares (Tabela 2), sendo os mais frequentes Podostemaceae (F% = 42,59%), Fragmento de inseto (F% = 38,42%), semente/fruto (F% = 37,96%), Coleóptera (F% = 36,57%) e larva de Chironomidae (F% = 32,87%), os mais importantes incluíram Podostemaceae (IA% = 27,82%), Coleoptera (IA% = 19,83%), semente (IA% = 16,76%), e fragmento de inseto (IA% = 12,37). Apesar do alto número de presas identificadas, poucas delas foram consumidas em grande abundância, portanto o índice de Simpson apontou uma baixa diversidade ($1-D=0,358$) na dieta.

Tabela 2: Categorias alimentares consumidos por *A. paranae*, representados por frequência de ocorrência (F%), frequência gravimétrica (W%) e índice alimentar (IA%). Legenda: (A) adulto, (P) pupa, (L) larva e (N) ninfa.

Conteúdos gástricos	F%	W%	IA%
Origem aquática			
Vegetal			
Alga	6,019	2,410	0,553
Alga Filamentosa	6,019	2,151	0,493
Cianobactéria	1,852	0,075	0,005
Briófita	1,389	0,007	0,000
Podostemaceae	42,593	17,145	27,822
Animal			
Nematoda	7,870	0,393	0,118
Crustacea			
Isopoda	0,463	0,160	0,003
Brachyura	0,463	0,130	0,002
Insecta			
Odonata (N)	4,630	1,421	0,251
Ephemeroptera (N)	15,741	1,592	0,955
Neuroptera (P)	0,463	0,005	0,000
Trichoptera (L)	6,944	0,291	0,077
Diptera			
Chironomidae (L+P)	32,870	2,050	2,567
Simuliidae (L + P)	10,185	0,886	0,344
Ceratopogonidae (L)	2,778	0,110	0,012
Teleostei	18,519	1,812	1,278
Detrito	4,630	2,263	0,399
Sedimento	17,593	3,788	2,539
Origem terrestre			
Vegetal			
Folha	3,704	0,708	0,100
Fragmento vegetal	11,574	3,275	1,399
Semente/Fruto	37,963	11,589	16,762
Animal			
Annelida			
Oligochaeta	3,241	2,474	0,305

Continuação.			
Arachnida			
Araneae	2,778	1,004	0,106
Insecta			
Orthoptera	0,463	0,386	0,007
Blattodea	0,463	0,263	0,005
Isoptera	0,463	0,017	0,000
Hemiptera (A)	13,889	3,150	1,667
Hemiptera (N)	0,463	0,004	0,000
Hymenoptera (A)	19,444	5,814	4,307
Formicidae (A)	23,611	3,589	3,228
Neuroptera (A)	0,463	0,070	0,001
Coleoptera (A)	36,574	14,303	19,931
Coleoptera (L)	11,574	1,399	0,617
Trichoptera (A)	0,926	0,161	0,006
Lepidoptera (A)	2,315	0,354	0,031
Lepidoptera (L)	4,630	1,114	0,197
Lepidoptera (P)	0,463	0,360	0,006
Diptera	12,500	2,267	1,080
Chironomidae (A)	0,463	0,037	0,001
Insecta fragmento	38,426	8,451	12,372
Insecta NI	3,704	1,181	0,167
Plástico	0,463	0,005	0,000
Origem Não Identificada			
Não identificado	6,481	0,942	0,232
Ovo	3,704	0,396	0,056

Variação ontogenética

As principais categorias consumidas por *A. paranae* em cada classe de comprimento constam nas Figuras 4 e 5. Nas classes <5 cm, as categorias alimentares de maior ocorrência foram formas imaturas de insetos aquáticos, como larvas de Chironomidae e Simuliidae, ninfa de Ephemeroptera, fragmento de inseto e Coleoptera. A partir de 6,00 cm os peixes passaram a explorar itens de origem vegetal em maior quantidade, principalmente Podostemaceae e Sementes, entretanto insetos aquáticos e terrestres continuaram sendo frequentes, com destaque para Coleoptera.

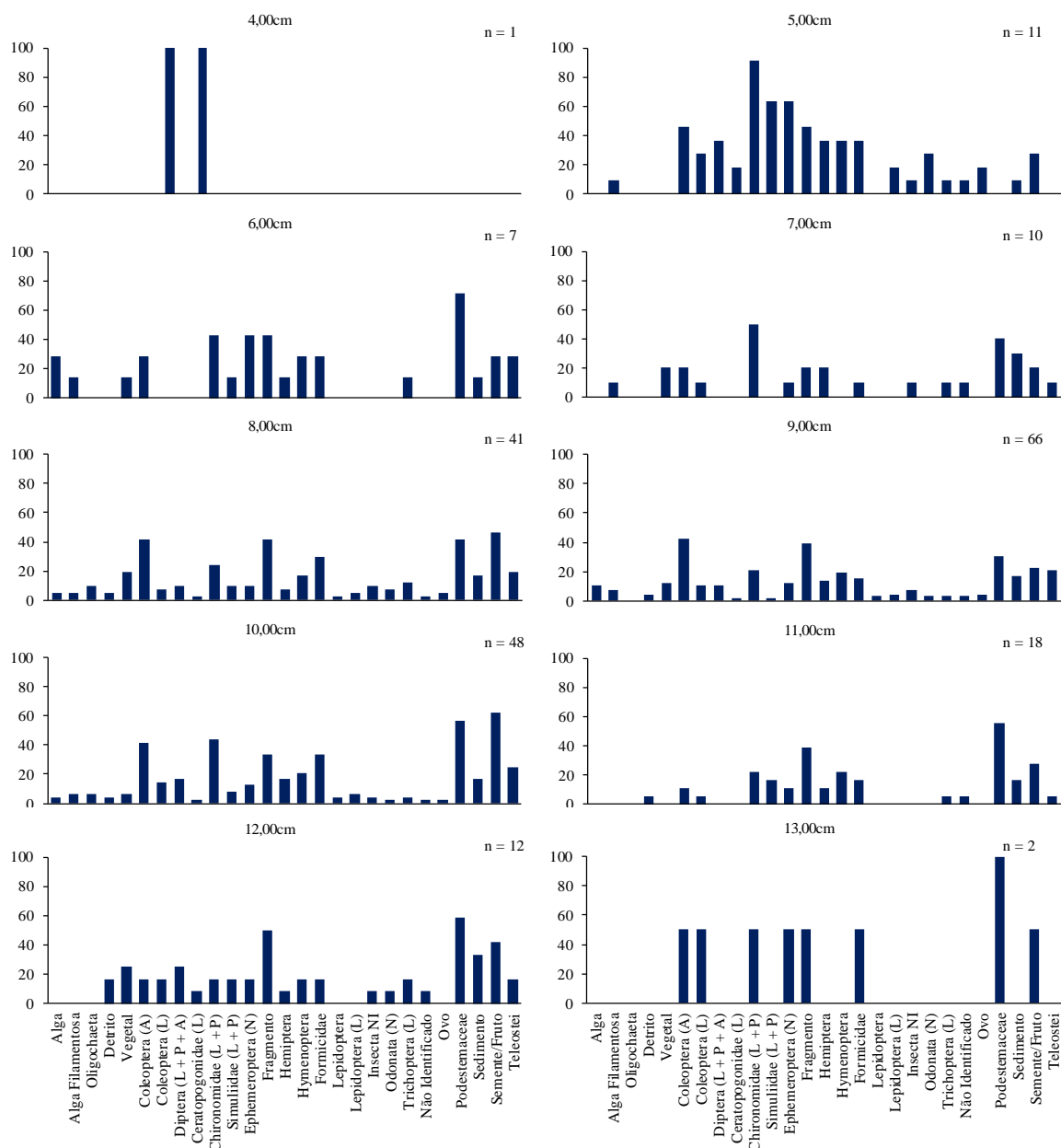


Figura 4: Índice alimentar (F%) plotado em gráfico de barras representando os itens mais importantes na dieta de cada classe de comprimento de *A. paranae*.

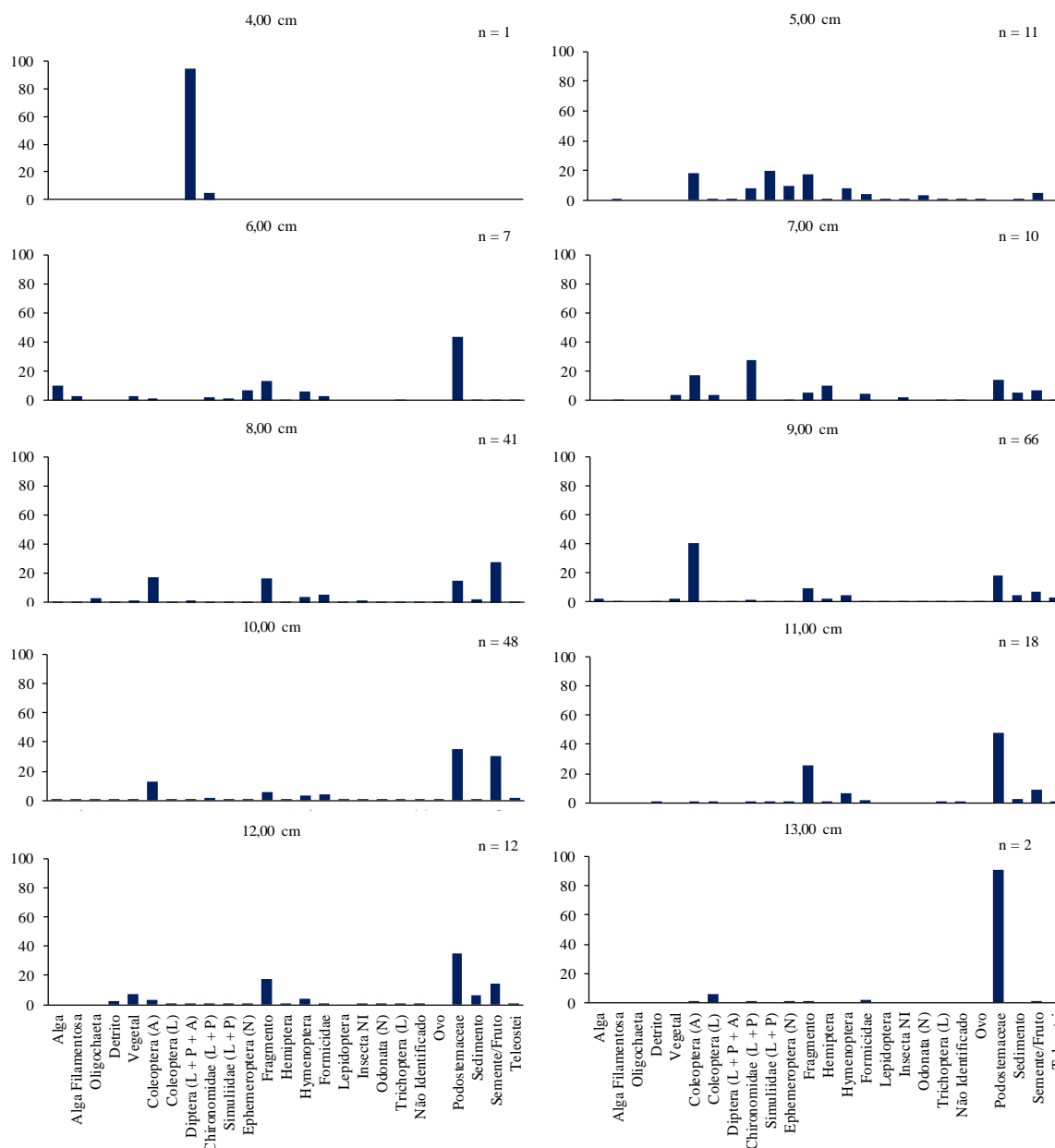


Figura 5: Índice alimentar (IA%) plotado em gráfico de barras representando os itens mais importantes na dieta de cada classe de comprimento de *A. paranae*.

A diversidade de presas na dieta de *A. paranae* variou de 0,01 a 0,87, não apresentando correlação com o comprimento dos peixes ($r = 0,121$, $p = 0,076$), ou seja, a dieta não apresentou mudanças na diversidade ao longo do desenvolvimento dos indivíduos.

A sobreposição de nicho, medida com o Índice de similaridade de Morisita-Horn, aumentou conforme o aumento do comprimento dos peixes. O dendrograma de

similaridade gerado demonstrou maior sobreposição entre as classes de 7 e 9 cm, de 8 e 10 cm e 11 e 12 cm.

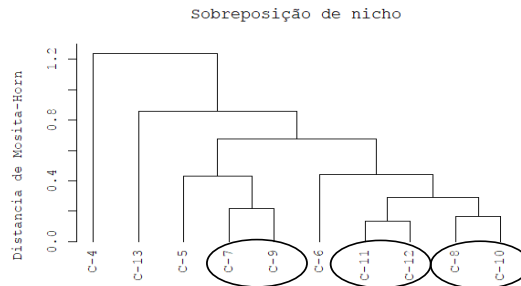


Figura 7: Dendrograma representando a sobreposição de nicho de Morisita-Horn entre as classes de comprimento de *Astyanax paranae*. $R = 0,7402$.

O dendrograma de agrupamento gerado com a frequência de ocorrência (F%), evidenciou a similaridade na composição da dieta entre as classes de comprimento. Foram agrupados como mais similares as classes de 8 a 10 cm em que as categorias mais frequentes foram Coleoptera, Podostemaceae e semente, e as classes de 6, 7, 11 e 12 cm com maior ocorrência de Podostemaceae, semente e fragmento de inseto. As classes de 5 e 13 cm apresentaram baixa similaridade com as outras classes, portanto foram mantidas separadas. Com relação a importância das categorias alimentares na dieta, o dendrograma, baseado no índice alimentar (IA%), agrupou as classes de 7 a 10 cm incluindo Coleoptera, Podostemaceae e semente como os principais itens, enquanto que a classe de 6 cm foi agrupada com as classes de 11 e 12 cm com Podostemaceae e fragmento de inseto como as categorias de maior importância.

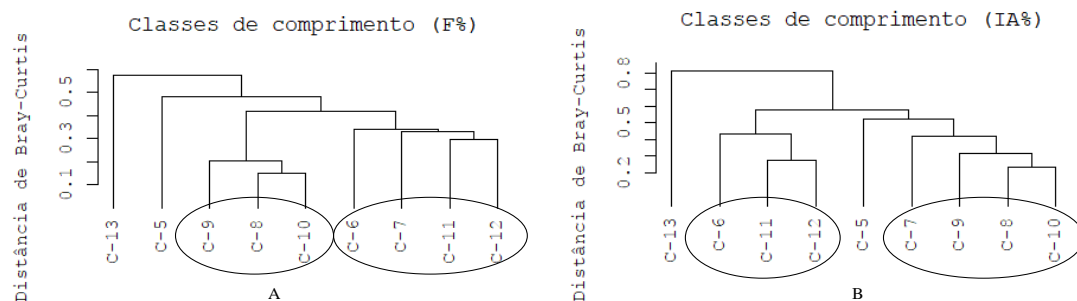


Figura 8: Dendrogramas de similaridade da dieta de *Astyanax paranae* entre classes de comprimento com base em (A) frequência de ocorrência (F%) e (B) índice alimentar (IA%) com distância de Bray-Curtis e método de variação mínima. $R = 0,8992$ e $0,8459$ respectivamente.

A análise de componentes principais (PCA) baseada em frequência de ocorrência (F%) explicou 36,18% e 20,93% da variação dos dados nos eixos 1 e 2 respectivamente, ordenando as classes de 6, 7 e 11 cm do lado positivo do eixo 1 e negativo do eixo 2 com alta F% de Podostemaceae, e as classes de 8, 9, e 10 cm foram aglomeradas no lado positivo de ambos os eixos com ocorrência de Coleoptera, larva de Chironomidae, e Teleostei, apesar de Podostemaceae ter ocorrido com frequência. A classe de 5 cm se manteve no lado negativo no eixo 1, apresentando F% alto para larva de Chironomidae e Simuliidae, ninfa de Ephemeroptera, Coleoptera e fragmento de inseto, enquanto a classe de 13cm se manteve afastada no lado negativo de ambos os eixos, com uma dieta composta basicamente de Podostemaceae (F% = 100%), sendo estas as classes mais distintas em relação as demais.

A análise do índice alimentar (IA%) com análise de componentes principais (PCA) explicou 48,34% da variação no eixo 1 e 16,02% no eixo 2. Resultou na classe de 5 cm afastada no lado negativo do eixo 1 com maior importância de larva de Simuliidae e ninfa de Ephemeroptera e Fragmento de Inseto e a classe de 13 cm afastada no lado positivo do eixo 1 e negativo do eixo 2 com Podostemaceae como o alimento mais importante. As classes de 7 a 9 cm foram agrupadas no lado positivo de ambos os eixos com IA% alto para Coleoptera e semente e a classe de 10 cm foi puxada para o lado negativo do eixo 2 com IA% alto para Podostemaceae. As classes de 6 e 11 permaneceram no lado negativo de ambos os eixos e a classe de 12 cm em cima do eixo 2 com Podostemaceae, fragmento de inseto e semente como os principais componentes da dieta.

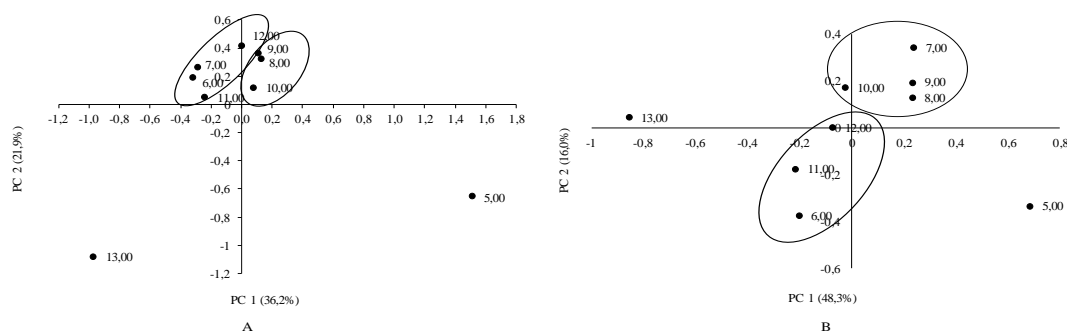


Figura 9: Análise de componentes principais (PCA) baseada em (A) frequência de ocorrência (F%) e (B) índice alimentar (IA%) das classes de comprimento. CP1 + CP2 = 58,102 % e 64,359% respectivamente.

A diferença na composição da dieta entre as classes de comprimento foi confirmada pelo teste de similaridade ANOSIM com base em IA% ($R = 0,0781$, $P = 0,0001$) e F% ($R = 0,0810$, $P = 0,0001$).

Variação espaço-temporal

A influência espaço-temporal na dieta da espécie foi baseado na análise de 94 estômagos de *A. paranae* decorrentes do P1CO e 122 estômagos do P2CC. A dieta no P1CO foi composta por 34 categorias, sendo as mais frequentes Coleoptera (F% = 48,93% IA% = 44,24%) fragmento de inseto (F% = 42,55% e IA% = 17,06%) semente (F% = 24,46% e IA% = 7,84%) e larva de Chironomidae (F% = 24,46% e IA% = 1,21%). No P2CC foram identificadas 44 categorias, das quais Podostemaceae (F% = 59,83% e IA% = 46,17%), semente (F% = 48,36% e IA% = 20,38%) e larva de Chironomidae (F% = 39,34% e IA% = 3,08%) foram as mais relevantes.

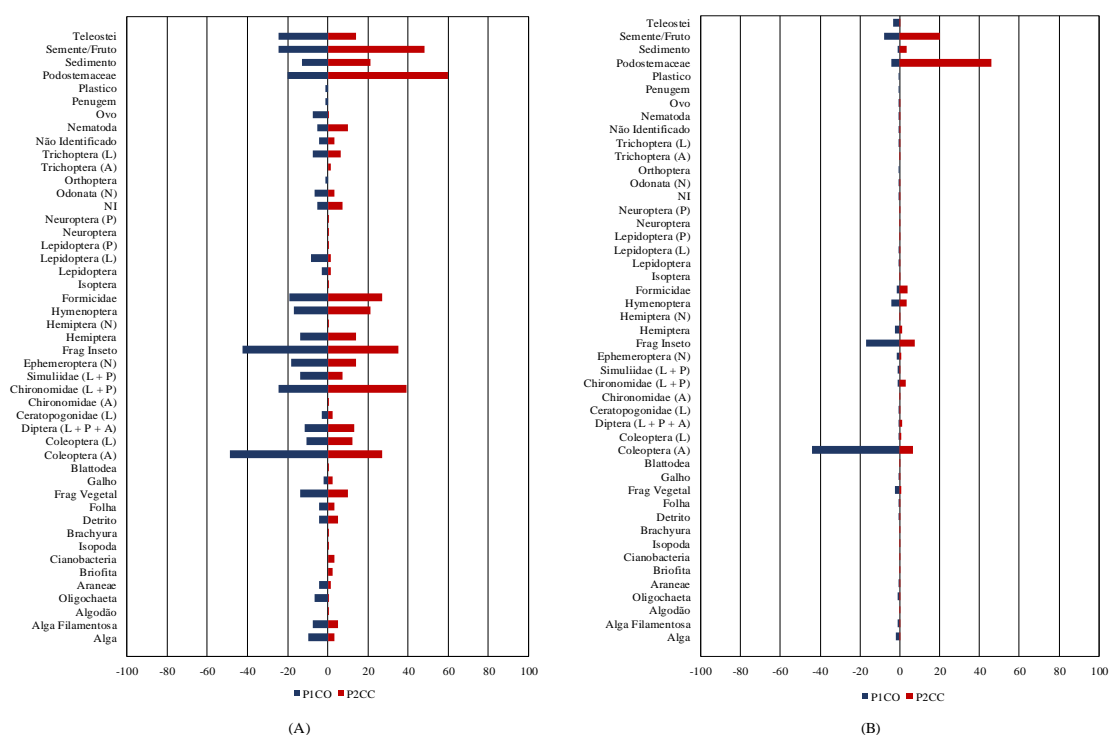


Figura 10: (A) Frequência de ocorrência (F%) e (B) Índice alimentar (IA%) das categorias alimentares consumidos no P1CO e P2CC representados em gráfico de barras.

Em maio-julho ambos os pontos tiveram alta exploração de insetos, tanto terrestre quando aquáticos. O consumo de insetos aquáticos reduziu em ambos os pontos agosto-

outubro, e a importância de insetos terrestres aumentou no P1CO e Podostomaceae aumentou no P2CC. Em novembro-janeiro a importância de insetos terrestres aumentou, principalmente no P1CO, e no P2CC aumentou também a importância de insetos aquáticos e Semente/Fruto enquanto Podostemaceae diminuiu. Em fevereiro-abril a importância de insetos terrestres reduziu e de semente aumentou em ambos os pontos.

A quantidade de precipitações durante os trimestres (Tabela 3) pode ter sido um fator a influenciar as variações na importância das categorias alimentares, considerando que a F% e importância (IA%) de insetos terrestres foi mais alta em maio-julho e novembro-janeiro respectivamente, que correspondem aos períodos de maior precipitação. Enquanto que em agosto-setembro, período que apresentou a menor precipitação, houve queda na ocorrência de insetos terrestres, com exceção de Coleoptera que foi o principal alimento no P1CO, enquanto Podostemaceae foi o principal item para o P2CC.

Tabela 3: Média de precipitação e dias de chuva nos trimestres de amostragem. Fonte: AGUASPARANÁ - Instituto das Águas do Paraná.

	Maio-julho	Agosto-outubro	Novembro-janeiro	Fevereiro-abril
Precipitação média	214,7	129,5	193,7	174,7
Desvio Padrão	134,8	67,8	88,9	108,2
Total Dias de Chuva	28,0	26,0	40,0	28,0
Média Dias de Chuva	9,3	8,7	13,3	9,3

O índice de diversidade de Simpson apontou maior diversidade de presas no P2CC em relação ao P1CO, e em ambos os pontos é notável uma queda da diversidade em agosto-outubro, e um aumento da mesma em novembro-janeiro, se mantendo alto em fevereiro-abril. De acordo com a ANOVA dois fatores, não houve diferença significativa entre os pontos amostrais ($F = 2,34$, $p = 0,128$), porém foi apontada diferença entre os trimestres ($F = 7,82$, $p < 0,001$) e entre trimestres e pontos amostrais ($F = 4,35$, $p = 0,005$). Havendo diferença, segundo o teste de Tukey, entre maio-julho e agosto-outubro no P1CO. Os trimestres de novembro-janeiro e fevereiro-abril no P2CC diferiram de agosto-outubro de ambos os pontos.

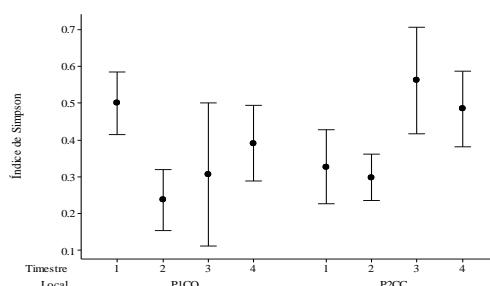


Figura 11: Índice de diversidade de Simpson representando graficamente a diversidade da dieta de *A. paranae* nos pontos e trimestres amostrados. Legenda: 1 – maio-julho, 2 – agosto-outubro, 3 – novembro-janeiro, 4 – fevereiro-abril.

O índice de Morisita-Horn mostrou baixa sobreposição de nicho entre os dois pontos ($C_{MH} = 0,3958$), e a sobreposição temporal foi maior entre maio-julho e fevereiro-abril no P1CO e entre o novembro-janeiro e fevereiro-abril no P2CC.

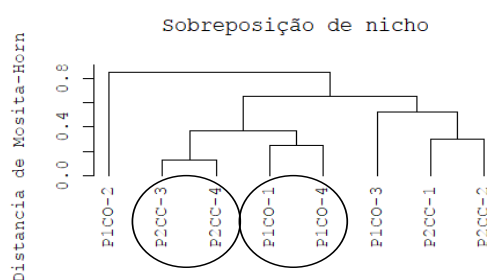


Figura 12: Dendrograma de índice de sobreposição de nicho de Morisita-Horn, indicando a sobreposição de nicho entre pontos e trimestres. $R = 0,7939$.

Aplicando dados de F% e IA%, dos pontos e trimestres, em análise de agrupamento hierárquico, formaram-se quatro grupos, no qual maio-julho e fevereiro-abril foram mais semelhantes no P1CO, com fragmento de inseto, semente e Hymenoptera como os alimentos mais relevantes. Em novembro-janeiro Hymenoptera e Coleoptera foram os mais importantes, enquanto agosto-outubro foi o mais distinto e menos diverso, tendo Coleóptera como principal componente da dieta (IA% = 81,41 e F% = 75%). No P2CC foram mais semelhantes maio-julho e agosto-outubro com Podostemaceae como item mais consumido, seguido de semente e fragmento de inseto, em novembro-janeiro e fevereiro-abril semente foi a categoria mais importante (F% = 82% e IA% = 45%), Coleoptera, fragmento de inseto e larva de Chironomidae foram frequentes.

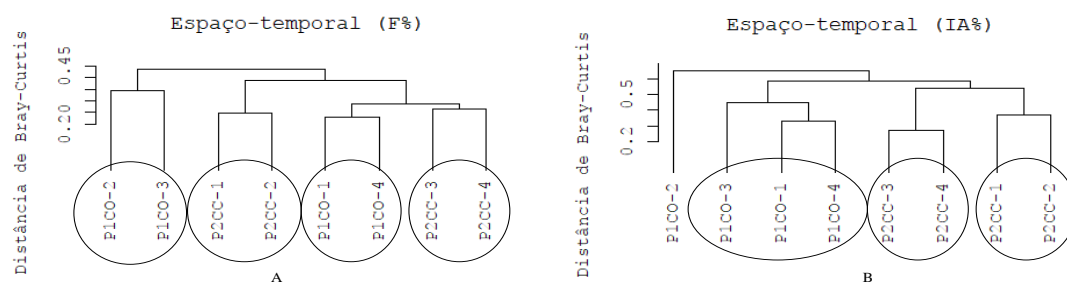


Figura 13: Dendrogramas de similaridade da dieta de *A. paranae* entre pontos e trimestres, baseados em (A) frequência de ocorrência (F%) e (B) índice alimentar (IA%), com distância de Bray-Curtis e método de variância mínima. $R = 0,68000$ e $0,7460$ respectivamente.

Na ordenação de componentes principais baseado em F%, maio-julho no P1CO se manteve no lado positivo de ambos os eixos com alta ocorrência de ninfa de Ephemeroptera, enquanto fevereiro-abril foi puxado na direção contrária com maior consumo de Semente, e os demais trimestres se alocaram no lado negativo do eixo 2 com maior ocorrência de Coleoptera. Com relação ao P2CC, maio-julho e agosto-outubro foram agrupados no lado positivo do eixo 1 com Podostemaceae como item principal, enquanto novembro-janeiro e fevereiro-abril foram ordenados no lado positivo do eixo 2 com alta F% para semente e larva de Chironomidae e Podostemaceae para fevereiro-abril, aproximando-o do eixo 2. Quanto a ordenação baseada em IA% maio-julho e fevereiro-abril no P1CO e novembro-janeiro e fevereiro-abril no P2CC foram agrupados no lado positivo do eixo 1 com alto IA% de semente e fragmento de inseto e baixo IA% para Podostemaceae, maio-julho e agosto-outubro no P2CC foram ordenados no lado negativo do eixos 1 e positivo do eixo 2 apresentando IA% alto para Podostemaceae e baixo para semente e Coleoptera. Agosto-outubro no P1CO se destacou no lado negativo do eixo 1 pelo alto IA% de Coleoptera na dieta.

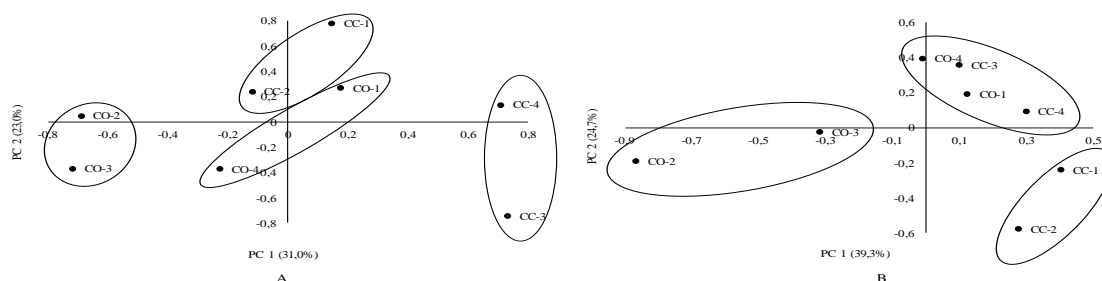


Figura 14: Análise de componentes principais (PCA) baseada em (A) frequência e ocorrência (F%) e (B) índice alimentar (IA%). $CP1 + CP2 = 54\%$ e $80,51\%$ respectivamente.

O teste de ANOSIM considerou a adieta de *Astyanax paranae* entre pontos e trimestres igual quando a F% ($R = 0,0047$, $P = 0,1966$), mas diferente quando ao IA% ($R = 0,0125$, $P = 0,0285$) que corresponde a importância das categorias na dieta.

DISCUSSÃO

Os resultados obtidos foram robustos pois a metodologia aplicada também foi robusta, uma vez que as frequências, assim como o índice de diversidade, foram calculadas individualmente para cada peixe, e então feita a média, aumentando assim a precisão e a acurácia das análises, e evitando a supervalorização da importância das categorias alimentares através da soma da biomassa.

O método de frequência de ocorrência, utilizado na descrição da composição da dieta de *Astyanax paranae*, é o mais simples e preciso para descrição de dieta (GARVEY & CHIPPS, 2012; HYSLOP, 1980), uma vez que se baseia na presença e ausência de cada categoria nos estômagos analisados (HYSLOP, 1980; GARVEY & CHIPPS, 2012; BEKER *et al.*, 2013), gerando uma porcentagem do total de estômagos em que cada categoria ocorreu, porém tal método não fornece informações quanto a importância das categoria na dieta do peixe (GARVEY & CHIPPS, 2012). Portanto, o método de frequência gravimétrica (W%) foi aplicado para estimar a relevância de cada categoria na dieta alimentar dos indivíduos. A W% corresponde ao peso de cada presa consumida pelo indivíduo, em relação ao peso total do bolo alimentar do mesmo, dividido pelo número de estômagos analisados (GARVEY & CHIPPS, 2012). Com os valores de F% e W% de cada categoria de presa consumida, é possível estimar a importância das categorias na dieta do peixe aplicando o índice alimentar (IA%) que pondera esses valores.

A dieta de *Astyanax paranae* no rio Verde foi composta por 47 categorias alimentares, porém, poucas categorias foram consumidas em grande quantidade, acarretando num baixo índice de diversidade. Os principais componentes da dieta foram insetos (maioria terrestre) e itens de origem vegetal, como Podostemaceae e Semente/Fruto. Escama de peixe, crustáceos e oligoquetas foram consumidos em menor ocorrência, demonstrando hábito alimentar onívoro, com flexibilidade para explorar recursos de origem animal e vegetal, tanto de origem autóctone quanto alóctone, aproveitando os recursos disponíveis no ambiente, características difundidas na espécie (FERREIRA, 2004; FERREIRA, 2007) e gênero (ABILHÔA 2007; VILELA *et al.*,

2002). Por outro lado, Abelha *et al.* (2006) classificaram *A. paranae* como detritívoro com tendência à herbivoria no reservatório Alagados em Ponta Grossa, apesar da ocorrência de insetos na dieta, e Bennemann *et al.* (2005) registraram hábito onívoro com tendência à herbivoria para quatro espécies de *Astyanax* na bacia do rio Tibagi, o que embasa a hipótese de que *A. paranae*, assim como outras espécies do gênero, apresenta alta plasticidade trófica, sendo capaz de se adaptar ao ambiente, explorando diferentes recursos conforme sua necessidade e a abundância dos mesmos no ambiente.

No PICO um indivíduo da espécie consumiu detritos plásticos. O consumo de plásticos por organismos aquáticos tem sido documentado amplamente em ambientes marinhos (DENUNCIO *et al.*, 2011; DESFORGES *et al.*, 2015) e dulciaquícolas (EERKES-MEDRANO *et al.*, 2015; ANDRADE *et al.*, 2019). Eles representam enorme risco para a biodiversidade, causando mortes diretas por obstrução gastro-intestinal (DENUNCIO *et al.*, 2011), e indiretas, por efeitos deletérios oriundos do seu consumo e digestão (AMBUMANI & KAKAR, 2018). Para o ponto amostral em questão é provável que esses detritos plásticos tenham origem a partir de banhistas que frequentam a localidade do Capão da Onça.

Astyanax paranae demonstrou variação na dieta entre as classes de comprimento. Apresentando hábito alimentar onívoro com tendência à insetivoria nas classes de menor comprimento (4,00 e 5,00cm), aumentando o consumo de insetos alóctones e itens de origem vegetal nas classes intermediárias (6,00 a 10,00cm) e passando a onívoro com tendência à herbivoria nas classes de maior comprimento (11,00 a 13,00cm), quando a importância de insetos decai e dos itens de origem vegetal aumenta. Esse aumento no consumo de itens de origem vegetal ao longo do ciclo de vida dos indivíduos foi observado também em *A. janeiroensis* (MAZZONI *et al.*, 2010) e *A. fasciatus* (WOLF *et al.*, 2009).

Variações na dieta ao longo do ciclo de vida dos peixes podem estar relacionadas a diferença na demanda energética entre jovens e adultos, e mudanças morfológicas durante o desenvolvimento ontogenético do peixe (SABINO & CASTRO 1990, ABELHA *et al.*, 2001, WOLF *et al.*, 2009). Sabino e Castro (1990) relacionam o maior consumo de Artrópodes pelos indivíduos menores com uma maior necessidade proteica em relação aos adultos, para impulsionar o crescimento rápido dos juvenis. O tamanho da boca e a capacidade locomotora também podem ser fatores limitantes na obtenção de

alimentos por indivíduos jovens (ESTEVES, 1996; WOOTTON, 1999), conforme os indivíduos crescem, passam a explorar novas fontes alimentares, presas maiores e de difícil digestão (ZAVALA-CAMIN, 1996; WOOTTON, 1999; WOLF *et al.*, 2009).

O aumento no consumo de itens de origem vegetal na dieta dos indivíduos maiores pode estar relacionado com mudanças morfológicas no trato digestivo durante o desenvolvimento ontogenético do peixe (SABINO & CASTRO, 1990; ZAVALA-CAMIN, 1996; WOLF *et al.*, 2009). Apesar de o comprimento do intestino não ter sido mensurado neste trabalho, vários peixes de ambiente tropical demonstram aumento do comprimento do intestino em relação ao comprimento do corpo ao longo do seu desenvolvimento (MAZZONI, 2010) possibilitando a exploração de presas maiores e de difícil digestão, como plantas, sementes e detritos (SABINO & CASTRO, 1990; ZAVALA-CAMIN, 1996; WOLF *et al.*, 2009). Essa transição de onívoro com tendência à insetívoros para onívoro com tendência à herbivoria conforme o crescimento dos peixes foi registrada em *A. fasciatus* (WOLF *et al.*, 2009) e *A. janeiroensis* (MAZZONI *et al.*, 2010) e relacionada, pelos autores, com o aumento do comprimento do intestino em relação ao comprimento corporal, ao longo do ciclo de vida.

Foi observado maior exploração de itens de origem vegetal e itens de origem autóctone no P2CC em relação ao P1CO e maior exploração de insetos terrestres, como Coleoptera e Fragmento de inseto, no P1CO. Essa diferença na composição da dieta entre os pontos pode ser atribuída a diferença na disponibilidade do recurso alimentar ofertado pelo ambiente, em resposta a morfologia do rio. O P1CO apresenta uma vegetação mais densa em relação ao P2CC, possibilitando maior abundância de recursos alimentares provenientes da vegetação ripária, como insetos terrestres e sementes, como observado por Mozzoni *et al.* (2010) no rio Ubatiba, onde a disponibilidade de alimento de origem autóctone foi maior nas localidades de vegetação fechada em relação as localidades abertas. No P2CC a categoria alimentar mais importante foi Podostemaceae, uma angiosperma exclusivamente aquática (SILVA *et al.*, 2015) que vive aderida a substratos rochosos em rios de correntes fortes (MELLO *et al.*, 2011) e cachoeiras (SILVA *et al.*, 2015; BOVE, 2018), características do P2CC, enquanto o P1CO apresenta substrato arenoso e corrente lenta, com várias cascatas entre os dois pontos (SILVEIRA *et al.*, 2018).

O consumo de insetos aquáticos no P2CC variou de acordo com a precipitação, tendo alta F% em maio-julho, período de maior precipitação, reduzindo em agosto-outubro, período de menor precipitação e voltando a subir em novembro-janeiro, quando teve maior importância na dieta. Em ambos os pontos o consumo de Semente/Fruto aumentou em fevereiro-abril, e o IA% de insetos na dieta diminuiu, apesar de a F% continuar alta. Wolf *et al.* (2009) relacionaram o aumento do consumo de Semente/Fruto por *A. fasciatus* no Rio das pedras em Guarapuava, com a época de frutificação de várias espécies da região, e Vilella *et al.* (2009) sugeriram, ao encontrar sementes inteiras nos estômagos de espécies de *Astyanax*, que esses animais sejam possíveis dispersores de sementes, considerando a abrangência de habitat e o hábito exploratórios das espécies do gênero.

Astyanax paranae demonstrou hábito alimentar onívoro com tendência a insetivoria, apesar de itens de origem vegetal terem sido importantes na dieta dos indivíduos no P2CC, evidenciando o oportunismo trófico ao utilizar outras fontes de alimento conforme a disponibilidade. O aumento de insetos terrestres na dieta nos meses de maior precipitação indica um aumento no fornecimento de recurso alimentar alóctone nesse período, quando o escoamento superficial arrasta muitos recursos até o rio, expondo a importância da vegetação ripária no fornecimento de alimento para a ictiofauna.

REFERÊNCIAS:

- ABELHA, F. C. M.; AGOSTINHO, A. A.; GOULAR, E. Plasticidade trófica de peixes de água doce. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 2, p. 425-434, 2001.
- ABELHA, F. C. M.; GOULAR, E.; KASHIWAQUI, E. A. L.; SILVA, M. R. *Astyanax paranae* Eigenmann, 1914 (Characiformes: Characidae) in the Alagados Reservoir, Paraná, Brazil: diet composition and variation. **Neotropical ichthyology**. Sociedade Brasileira de Ictiologia, v.4, n. 3 p. 349-356, 2006.
- ABELL, R., THIEME, M. L., REVENGA, C., BRYER, M., KOTTELAT, M., BOGUTSKAYA, N., PETRY, P. Freshwater ecoregions of the world: A new map of biogeographic units for freshwater biodiversity conservation. **BioScience**, v. 58, p. 403–414, 2008.
- ABILHOA, V. Aspectos da história natural de *Astyanax scabripinnis* Jenyns (Teleostei,

- Characidae) em um riacho de floresta com araucária no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**. v. 24, n. 4, p. 997-1005, 2007.
- ANDRADE, M. C.; WINEMILLER, K. O.; BARBOSA, P. S.; FORTUNATI, A.; CHELAZZI, D.; CINCINELLI, A.; GIARRIZZO, T. First account of plastic pollution impacting freshwater fishes in the Amazon: Ingestion of plastic debris by piranhas and otherserrasalmids with diverse feeding habits. **Environmental Pollution** v. 244, p. 766-773, 2019
- BARRETO, A. P.; ARANHA, J. M. R. Alimentação de quatro espécies de Characiformes de um riacho da Floresta Atlântica, Guaraqueçaba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23 n. 3, p. 779-788, 2006.
- BENNEMANN, S. T.; GEALH, A. M.; ORSI, M. L.; SOUZA, L. M. Ocorrência e ecologia trófica de quatro espécies de *Astyanax* (Characidae) em diferentes rios da bacia do rio Tibagi, Paraná, Brasil. **Iheringia**. , Porto Alegre, v. 95, n. 3, p. :247-254, 2005.
- BERTACO, V. A.; LUCENA, C. A. S. Two new species of *Astyanax* (Ostariophysi: Characiformes: Characidae) from eastern Brazil, with a synopsis of the *Astyanax scabripinnis* species complex. *Neotropical Ichthyology*, v. 4, n. 1 p. 53-60, 2006.
- BUCKUP, P. A. Sistemática e biogeografia de peixes de riacho. In: CARAMASCHI, E. P.; MAZZONI, R. & PERES-NETO, P. R. (eds). **Ecologia de Peixes de Riachos**. Série Oecologia Brasiliensis, Rio de Janeiro, PPGE-UFRJ. v. VI, p. 91-138, 1999.
- BUCKUP, P. A.; MENEZES, P. A.; GHAZZI, M. S. A. Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil. Museu Nacional, (Serie Livros. 23). Rio de Janeiro, 2007, p – 195.
- CARAMASCHI, E. P.; MAZZONI, R. Peres-Neto, P. R. (Eds.). **Ecologia de Peixes de Riachos**, Série Oecologia Brasiliensis. PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil. v. VI. p. 1-22, 1999.
- CARVALHO A. L. **Ecologia de insetos aquáticos**. Série Oecologia Brasiliensis PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil. v. VI, p. 157-173, 1998.
- DENUNCIO, P.; BASTIDA, R.; BASSIS, M.; GIARDINO, G.; GERPE, M.; RODRIGUÉZ, D. Plastic ingestion in Franciscana dolphins, *Pontoporia blainvillei* (Gervais and d'Orbigny, 1844), from Argentina. **Marine Pollution Bulletin** v. 62, p. 1836–1841, 2011.

- DESFORGES, J. P. W.; GALBRAIT, M.; ROSS, P. S. Ingestion of Microplastics by Zooplankton in the Northeast Pacific Ocean. **Arch Environ Contam Toxicol** v. 69, p. 320–330, 2015.
- DOMÍNGUEZ, E.; FERNÁNDEZ, H. R. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biología. 1ª ed. Editora **Fundación Miguel Lillo**. Tucumán – Argentina. 2009. p. 656.
- EERKES-MEDRANO, D.; THOMPSON, R. C.; ALDRIDGE, D. C. Microplastics in freshwater systems: A review of the emerging threats, identification of knowledge gaps and prioritisation of research needs. **Watersearch** v. 75, p. 63-82. 2015.
- ESTEVEZ, K. E. Feeding ecology of three *Astyanax* species (Characidae, Tetragonopterinae) from a floodplain lake of Mogi-Guaçu River, Parana River Basin, Brazil. **Environmental Biology of Fishes** São Paulo, v. 46, p. 83-101, 1996.
- ESTEVEZ, K. E.; ARANHA, J. M. R. Ecologia trófica de peixes de riacho. In: CARAMASCHI, E. P.; MAZZONI, R.; PERES-NETO, P. R.; Ed. Ecologia de peixes de riachos. **Série Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, v. 6, p. 157-182, 1999.
- FERREIRA, A. **Ecologia trófica de *Astyanax paranae* (Osteichthyes, Characidae) em córregos da bacia do Rio Passa-Cinco, Estado de São Paulo**. Dissertação (mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo (ESALQ/USP). Piracicaba, 2004
- FERREIRA, K. M. Biology and ecomorphology of stream fishes from the rio Mogi-Guaçu basin, Southeastern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 5, n. 3, p. 311-326, 2007
- FRAGOSO-MOURA, E. N.; LUIZ, T. F.; COETI, R. Z.; PERET, A. C. Trophic ecology of *Hemigrammus marginatus* Ellis, 1911 (Characiformes, Characidae) in a conserved tropical stream. **Brazilian journal of biology**, v. 77, n. 2, p. 372-382, 2017.
- FROESE, R.; PAULY D. **FishBase**. version (06/2018). World Wide Web electronic publication. Disponível em: <www.fishbase.org> Acessado em: 27/11/2018
- GARVEY, J. E.; CHIPPS, S. R. Diets and energy flow. In: **Fisheries Techniques**. 3 ed. American Fisheries Society, 2012
- GERKING, S. D. **Feeding ecology of fish**. San Diego: Academic Press, 1994.

- LEITE, G. L. D; MENDES DE SÁ. V. G. Apostila: Taxonomia, Nomenclatura e Identificação de Espécies. Universidade Federal de Minas Gerais Instituto de Ciências Agrárias. Montes Claros – MG. 2010. p. 50.
- LEITE, G.; SILVA, F. T. C. **Effects of temporal changes on resource availability in the diet of *Astyanax paranae* (Pisces, Characidae) in tropical headwater streams.** *Limnetica*, Asociación Ibérica de Limnología Madrid. v. 37, n. 1, p. 117-128, 2018.
- HAMMER, O. **PAST: Paleontological statistics – Reference manual.** V 3.20. Oslo: Natural History Museum of University of Oslo, 2018.
- HAMADA, N.; NESSIMISN, J. L.; QUERINO, R. B. **Insetos Aquáticos na Amazonia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia.** Editora do INPA. Manaus – AM. 2014. p. 724.
- HORN, H. S.; Measurement of "overlap" in comparative ecological studies. *The American Naturalist*, Seattle, v. 100, n. 914, 1996.
- HYSLOP, E. J. Stomach contents analysis – a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, v. 17, p. 411-429, 1980.
- KAWAKAMI, E. VAZZOLER, G. Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, v. 29, n. 2, p. 205-207, 1980.
- KIKUCHI, R. M.; UIEDA, V. S. Composição de uma comunidade de invertebrados de um ambiente lótico tropical e sua variação espacial e temporal. In: NESSIMIAN, J. L.; LUCENA, C. A. S.; ZALUSK, A.B.; LUCENA, Z. M. S. *Astyanax taurorum* a new species from dos Touros River, Pelotas River drainage, an upland southern Brazilian river (Characiformes: Characidae). **ZOOLOGIA**, Porto Alegre, 2017.
- KREBS, C. J. **Ecological methodology.** 2. ed. Menlo Park: Benjamin Cummings, 1999.
- MAGURRAN, A.E. **Medindo a diversidade biológica.** Editora UFPR, Curitiba 2013. 261 p.
- MAZZONI, R.; NERY, L. L.; IGLESIAS-RIO, R. Ecologia e ontogenia da alimentação de *Astyanax janeiroensis* (Osteichthyes, Characidae) de um riacho costeiro do Sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 3, 2010.
- MIRANDE, J. M. Phylogeny of the family Characidae (Teleostei: Characiformes): from characters to taxonomy. **Neotropical Ichthyology**, Sociedade Brasileira de Ictiologia, v. 8, n. 3, p. 385-568, 2010.

- OKSANEN, J., BLANCHET, F. G., FRIENDLY, M., KINDT, R., LEGENDRE, P., MCGLINN, D.; MINCHIN, P. R.; SIMPSON, G. L.; SOLYMOS, P., STEVENS, M. H. H.; WAGNER, H. Vegan: **Community ecology package**. R package version 2.4-4, 2017. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=vegan>> Acessado em: 27/11/2018.
- ORMELAS-GARCÍA, G. P.; DOMÍNGUEZ-DOMÍNGUEZ, O.; DOADRIO, I. Evolutionary history of the fish genus *Astyanax* Baird & Girard (1854) (Actinopterygii, Characidae) in Mesoamerica reveals multiple morphological homoplasies **Evolutionary Biology** 2008, v. 8 p. 340, 2017.
- PEREZ-JUNIOR, O. R. **A ictiofauna do Ribeirão do Pântano, afluente da margem esquerda do rio Mogi-Guaçu (estado de São Paulo) Composição, distribuição longitudinal e sazonalidade**. Dissertação (Mestrado e Genérica e Evolução) – Universidade Federal de São Carlos, 2002, 96 p.
- R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. VIENNA, LA: R Foundation for Statistical Computing. (2017). Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>. Acessado em: 27/11/2018.
- REIS, R. E., ALBERT, J. S., DI DARIO, F., MINCARONE, M. M., PETRY, P., & ROCHA, L. A. Fish biodiversity and conservation in South America. **Journal of Fish Biology**, v. 89, p. 12–47, 2016.
- SABINO, J.; CASTRO, R.M. C. Alimentação, período de atividade e distribuição espacial dos peixes de um riacho da Floresta Atlântica (Sudeste do Brasil). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 50, n. 1, p. 23-361, 990.
- SILVA, C. I.; BOVE, C. P.; KOSCHNITZKE, C. Plantas de corredeiras: reprodução e conservação de Podostemaceae. **Natureza on line**, v. 13, n. 1, p. 6-11, 2015.
- SILVEIRA, E. L. **Estrutura populacional, biologia reprodutiva e alimentar de espécies de *astyanax baird & girard*, 1854 (teleostei: characidae) na bacia do rio são joão, carambeí, paraná**. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba 2014.
- SILVEIRA, E. L.; BALLESTER, E. L. C.; COSTA, K. A.; SCHEFFER, E. W. O.; VAZ-DOS-SANTOS, A. M. Fish community response to environmental variations in an impacted Neotropical basin. **Ecology of freshwater fish**, p. 1–14, 2018.
- SIMPSON, E. H.; Measurement of diversity. **Nature**, v. 163, p. 688, 1949.

- SOUZA, F.; ZOANON, L. A.; FROTA, A.; JUNIOR, L. F. P.; SILVA, H. P. **Variação ecomorfológica em populações de *Astyanax* aff. *paranae* Eigenmann, 1914, na bacia do alto Rio Paraná, Macapá**, v. 5, n. 3, p. 44-49, 2015.
- SOUZA, F.; DEPRÁ, G. C. Variação sazonal na dieta de *Astyanax* aff. *paranae* *eigenmann*, 1914 em uma região de cabeceira na bacia do rio Ivaí. **Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá v. 8, n. 3, p. 683-696, 2015.
- SOUZA, U. P. **Biologia e ciclo de vida de *Astyanax* cf. *scabripinnis* *paranae* Eigenmann, 1914 (Characidae, Tetragonopterinae), no ribeirão grande, parque estadual da serra do mar, Núcleo Santa Virgínia, sp.** Tese (Doutorado) – Univiversidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009.
- VALENTIN, J. L. **Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos**. 2. Ed. Editora Interciência, Rio de Janeiro, 2012.
- VAZZOLER, A. E. A. M.; AGOSTINHO, A. A.; HANS, N. S. **A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Editora da Universidade Federal de Maringá, 1997. 460 p.
- VICARI, M. R.; NOLETO, R. B. ARTONI, R. F.; MOREIRA-FILHO, O.; BERTOLLO, L. A. C. **Comparative cytogenetics among species of the *Astyanax* *scabripinnis* complex. Evolutionary and biogeographical inferences**. Genetics and Molecular Biology, Brasil, v. 3, n. 1, p. 173-179, 2008.
- VILELLA, F. S.; BECKER, F. G.; HARTZ, S. M. Diet of *Astyanax* species (Teleostei, Characidae) in an Atlantic Forest River in Southern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Porto Alegre, v. 45, n. 2, p. 223-232. 2002.
- WOOTTON, R. J. **Ecology of teleost fishes**. London: Chapman & Hall, 1990. 27-62 p.
- WOLFF, L. L.; ABILHOA, V.; RIOS, F. S.; DONATTI, L. Spatial, seasonal and ontogenetic variation in the diet of *Astyanax* aff. *fasciatus* (Ostariophysi: Characidae) in an Atlantic Forest river, Southern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 7, n. 2, p. 257-266, 2009.
- ZAR, J. H. **Bioestatistical analysis**. 5. ed. Edition, Prentice-Hall/Pearson, Upper Saddle River, 2010. v. 8, 944 p.
- ZAVALA-CAMIN, L. A. **Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes**. Maringá: EDUEM, 1996.